


Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)
Кафедра «Технології та обладнання ливарного виробництва»

Затверджую:
Декан факультету
інтегрованих технологій і обладнання


_____ О.Г. Гринь
« 30 » серпня _____ 2025 р.

Гарант освітньої програми:
«Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів»


_____ М.М. Федоров
« 28 » серпня _____ 2025 р.

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри
Технології та обладнання ливарного
виробництва
Протокол № 1 від 28.08.2025 р.
Завідувач кафедри


_____ П.Г. Агравал

Робоча програма навчальної дисципліни
«ОСНОВИ ТЕОРІЇ І ПЛАВКА ЛИВАРНИХ СПЛАВІВ»

галузь знань	13 «Механічна інженерія»
спеціальність	136 «Металургія»
ОПП	«Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів»
Освітній рівень	перший (бакалаврський)
Факультет	інтегрованих технологій і обладнання
Розробник:	д-р. хім. наук, проф. Турчанін М.А.

Краматорськ – 2025

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і назва)	Вибіркова
Модулів – 2	Спеціальність: <u>136 «Металургія»</u> Освітня програма <u>Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів</u>	Рік підготовки:
Змістових модулів – 2		3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 150		5
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 6	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	Лекції, год.
		45
		Лабораторні, год.
		15
		Практичні, год.
		Самостійна робота, год.
		90
Вид контролю		
	Залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 2/3 (60/90)

для заочної форми навчання –

2. Загальні відомості, мета і завдання дисципліни

Дисципліна «Основи теорії і плавка ливарних сплавів» належить до дисциплін вільного вибору циклу професійної підготовки і повністю відповідає типовій освітньо-професійній програмі підготовки бакалавра за напрямом 13 «Механічна інженерія» спеціальності 136 «Металургія».

Вивчення дисципліни «Основи теорії і плавка ливарних сплавів» базується на знаннях, отриманих раніше під час вивчення обов'язкових навчальних дисциплін, таких як «Хімія», «Фізична хімія та аналітичний контроль», «Металознавство і термічна обробка», «Теорія і технологія металургійного виробництва», «Теоретичні основи ливарного виробництва», «Теплотехніка та печі ливарних цехів».

Дисципліна "Основи теорії і плавка ливарних сплавів" охоплює широке коло питань, пов'язаних з фізико-механічними властивостями сплавів кольорових металів і сплавів на їх основі, а також з фізико-хімічними основами одержання ливарних сплавів. Дисципліна сприяє формуванню у майбутніх фахівців технологів-ливарників фахових знань, необхідних для подальшої самостійної роботи. Вона висвітлює і систематизує конкретні явища в сучасних металургійних системах і агрегатах на основі загальних закономірностей хімії, фізичної хімії, теорії металургійних процесів, металургії, теорії ливарних сплавів та технології ливарного виробництва. Значне місце приділяється вивченню новітніх досягнень в галузях виробництва нових ливарних сплавів. В усіх розділах робиться наголос на нові матеріало- і енергозберігаючі технології. З цією метою основні розділи розташовані в такому порядку: основи теорії ливарних сплавів, плавка сплавів на основі міді, плавка сплавів на основі алюмінію, плавка сплавів на основі магнію, низькотемпературні і тугоплавкі сплави. Для підвищення ефективності навчання особлива увага звертається на набуття навичок аналізу мікроструктури та фазового складу ливарних сплавів та їх впливу на властивості сплавів.

Дисципліна готує студентів до вивчення дисциплін «Виробництво виливків із чавунів», «Виробництво виливків із сталей», «Виробництво виливків із кольорових металів», «Спеціальні види лиття», «Обладнання ливарних цехів» і до виконання спеціальної частини кваліфікаційної дипломної роботи бакалавра.

Метою викладання дисципліни є:

- навчання аналізу найважливіших фізико-хімічних явищ, що складають основу одержання сучасних ливарних сплавів кольорових металів;
- вивчення роботи і конструкцій основних плавильних агрегатів ливарного виробництва;
- аналіз сучасних технологій виплавки сплавів для виробництва виливків, визначення оптимальних складів шихти для виплавки ливарних сплавів з необхідним складом.

Програмою курсу передбачається вивчення чотирьох тем, що характеризують основні напрямки розробки і плавки ливарних сплавів.

Задачею вивчення дисципліни є навчання майбутніх фахівців методами одержання ливарних сплавів в сучасних металургійних агрегатах, проведенню металургійних процесів в оптимальних технологічних режимах.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен набути і поширити такі наступні знання і навички.

Знати:

- теоретичні основи дисципліни в обсязі, необхідному для рішення виробничих і дослідницьких задач;
- фізико-хімічні основи процесів плавки і ливарних сплавів, що супроводжують технологію їх одержання;
- теоретичні основи і технологічні заходи рафінування металевих розплавів;
- особливості процесів, що відбуваються при твердінні сплавів в ливарній формі.

Вміти:

- застосовувати загальні положення теорії металургійних процесів до конкретних процесів плавки ливарних сплавів;
- визначати доцільність використання технологічних методів плавки для одержання ливарних сплавів, що мають певні властивості;
- визначати перевагу в використанні тієї чи іншої технології плавки;
- розробляти технологію плавки ливарного сплаву з необхідними властивостями при мінімальних витратах трудових і матеріальних ресурсів;
- розраховувати оптимальний склад шихти.

Опанувати навичками:

- роботи з довідковою, довідково-нормативною й іншою науково-технічною літературою і документацією;
- формулювання загальних і часткових висновків за результатами експериментів і теоретичного моделювання.

Дисципліна «Основи теорії і плавка ливарних сплавів» забезпечує набуття здобувачами вищої освіти **компетентностей**:

Компетентності відповідно до освітньо-професійної програми	
Загальні компетентності (ЗК)	Фахові компетентності (ФК)
ЗК3. Здатність самостійно вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК5. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК13. Здатність приймати обґрунтовані рішення. ЗК17. Здатність працювати з інформацією: знаходити, оцінювати й використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для вирішення професійних завдань у галузі металургії.	ФК3. Критично осмислювати наукові факти, концепції, теорії, принципи і методи, необхідні для професійної діяльності в сфері металургії. ФК10. Здатність визначити характеристики специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації. ФК20. Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізичної хімії, ливарної гідравліки, металургійних та ливарних процесів і технологій виробництва, основ одержання якісних металів і сплавів. ФК21. Здатність аналізувати процеси, що протікають в рідких металах і сплавах у плавильних агрегатах та під час їх кристалізації.

	<p>ФК22. Здатність управляти фізико-хімічними явищами, міжфазними взаємодіями, перебігом процесів в металургійних системах, а також технологією виробництва чорних та кольорових металів і сплавів в різних металургійних агрегатах.</p> <p>ФК23. Здатність розробляти технологічні процеси виплавляння сплавів їх легування, модифікування та позапічного оброблення.</p> <p>ФК24. Здатність обирати основні і допоміжні матеріали та/або здійснювати керування технологічними процесами з метою отримання продукції заданої якості.</p> <p>ФК29. Здатність обирати технологічне обладнання та технологію виробництва продукції заданої якості.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Дисципліна «Основи теорії і плавка ливарних сплавів» забезпечує набуття здобувачами вищої освіти наступних **результатів навчання**:

Програмні результати навчання відповідно до освітньо-професійної програми
<p>ПР01. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.</p> <p>ПР03. Передові знання принаймні за однією зі спеціалізації в металургії.</p> <p>ПР04. Вміння виявляти, формулювати і вирішувати типові та складні й непередбачувані інженерні завдання і проблеми відповідно до спеціалізації, що включає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір і використання відповідних обладнання, інструментів та методів, застосування інноваційних підходів</p> <p>ПР10. Розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації.</p> <p>ПР11. Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.</p> <p>ПР16. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.</p> <p>ПР25. Вміння ефективно підбирати матеріал для виготовлення продукції згідно з вимогами, які до неї висуваються.</p> <p>ПР26. Вміння аналізувати і керувати факторами, які впливають на технологічні процеси виготовлення, структуру та властивості литих виробів.</p> <p>ПР28. Розуміння особливостей впливу хімічного складу металів і сплавів та технологічних процесів їх плавлення на експлуатаційні властивості ливарної продукції.</p> <p>ПР29. Розуміння особливостей технологічних процесів плавлення металів і сплавів.</p> <p>ПР31. Розуміння властивостей і характеристик основних і допоміжних матеріалів ливарного виробництва, які впливають на процеси отримання готової продукції.</p>

3. Програма та структура навчальної дисципліни для Денної форми навчання на базі ПЗСО і на базі ОКР «Молодший бакалавр»

Найменування розділів, тем	Розподіл за триместрами та видами занять						
	Лекц.	Практичн.	Семін.	Лаб. роб.	Курс. роб.	Контр. роб.	СРС
Семестр 5							
Тема 1.1. Основи теорії ливарних сплавів.	10			2			20
Тема 1.2. Плавка сплавів на основі міді.	14			6			25
Тема 2.1. Плавка сплавів на основі алюмінію. Плавка сплавів на основі магнію.	16			5			25
Тема 2.2. Низькотемпературні і тугоплавкі сплави.	5			2			20
Всього:	45			15			90

4. Лекції

Модуль, тема	Короткий зміст лекційного матеріалу	Кількість годин
Модуль 1 Основи теорії ливарних сплавів. Плавка сплавів на основі міді.	Лекція 1. Вступ. Мета і завдання курсу. Основні поняття теорії ливарних сплавів. Класифікація металів за робочими властивостями.	2
	Лекція 2. Взаємодія між компонентами в ливарних сплавах. Основні вимоги до ливарних сплавів. Робочі та технологічні властивості ливарних сплавів та їх зв'язок з критеріями діаграм стану.	2
	Лекція 3. Вибір основи сплаву. Групи легуючих елементів. Комплексне легування. Вплив на основу сплаву модифікуванням.	2
	Лекція 4. Методи зміцнення ливарних сплавів. Розчинне зміцнення. Адитивне зміцнення. Каркасне та дисперсійне зміцнення сплавів.	2
	Лекція 5. Вплив легування на технологічні властивості ливарних сплавів.	2

	Лекція 6. Загальна характеристика міді як основи ливарних сплавів. Взаємодія міді з іншими елементами.	2
	Лекція 7. Технологічні схеми одержання міді. Вогняне рафінування міді. Маркування міді.	2
	Лекція 8. Маркування мідних сплавів. Олов'яні ливарні бронзи.	2
	Лекція 9. Безолов'яні ливарні бронзи. Ливарні латуні.	2
	Лекція 10. Печі для плавки мідних сплавів. Методи дегазації, рафінування і модифікування мідних сплавів.	2
	Лекція 11. Плавка олов'яних ливарних бронз на свіжій шихті. Плавка олов'яних ливарних бронз на відходах.	2
	Лекція 12. Плавка алюмінієвих ливарних бронз на свіжій шихті. Плавка ливарних латуней на свіжій шихті.	2
Модуль 2 Плавка сплавів на основі алюмінію і магнію. Низькотемпературні і тугоплавкі сплави.	Лекція 13. Загальна характеристика алюмінію та його властивостей. Технологічні схеми одержання алюмінію. Маркування алюмінію.	2
	Лекція 14. Алюмінієві сплави на основі системи Al-Si-Mg. Алюмінієві сплави на основі систем Al-Si-Cu и Al-Cu. Алюмінієві сплави на основі системи Al-Mg и складнелеговані сплави.	2
	Лекція 15. Конструкція тигельних печей для плавки алюмінієвих сплавів. Конструкція індукційних печей для плавки алюмінієвих сплавів. Конструкція паливних печей для плавки алюмінієвих сплавів. Відбивні печі для плавки алюмінієвих сплавів.	2
	Лекція 16. Методи дегазації і рафінування алюмінієвих сплавів. Модифікування алюмінієвих сплавів. Покривні флюси для плавки алюмінієвих сплавів.	2
	Лекція 17. Плавка силуміну марки АК12. Плавка спеціальних силумінів. Особливості плавки сплавів на основі системи Al-Mg.	2
	Лекція 18. Загальна характеристика магнію як основи ливарних сплавів. Технологічні схеми одержання магнію.	2
	Лекція 19. Класифікація, маркування і властивості сплавів на основі магнію. Вплив легуючих домішок на властивості магнієвих сплавів.	2

	Лекція 20. Технологічні особливості плавки магнієвих ливарних сплавів	2
	Лекція 21. Загальна характеристика, властивості, маркування і області застосування низькотемпературних сплавів на основі Zn, Pb, Sn, Sb. Особливості плавки низькотемпературних сплавів.	2
	Лекція 22. Загальна характеристика, властивості, маркування і області застосування тугоплавких сплавів на основі Ti, V, Cr, Nb, Mo. Особливості плавки тугоплавких сплавів.	2
	Лекція 23. Нікелеві сплави та їхні ливарні властивості. Корозійностійкі, жаростійкі, жароміцні ливарні сплави.	1

5. Лабораторні заняття

Модуль, тема	Найменування лабораторної роботи	Години
1	2	3
Модуль 1 Основи теорії ливарних сплавів. Плавка сплавів на основі міді.	Лабораторна робота 1. Мікроскопічне дослідження структури міді в литому стані та її взаємодії з домішками.	2
	Лабораторна робота 2. Мікроскопічне дослідження структури ливарних олов'яних бронз.	2
	Лабораторна робота 3. Мікроскопічне дослідження структури ливарних безолов'яних бронз.	2
	Лабораторна робота 4. Мікроскопічне дослідження структури ливарних латуней	2
Модуль 2 Плавка сплавів на основі алюмінію і магнію. Низькотемпературні і тугоплавкі сплави.	Лабораторна робота 5. Мікроскопічне дослідження структури силумінів.	2
	Лабораторна робота 6. Модифікування структури ливарних алюмінієвих сплавів	3
	Лабораторна робота 7. Мікроскопічне дослідження структури ливарних сплавів для деталей підшипників ковзання	2

6. Самостійна робота

Під час самостійної роботи студенти вивчають як матеріал аудиторних занять курсу, так і питання винесенні на самостійне вивчення.

Основні види самостійної роботи здобувача вищої освіти:

1. Вивчення додаткової літератури.
2. Робота з довідковими і нормативними матеріалами.

3. Підготовка до лекцій: ознайомлення з матеріалами попередніх лекцій.
4. Підготовка до практичних робіт: ознайомлення з матеріалами лекцій стосовно тематики практичних робіт.
5. Виконання домашнього завдання – оформлення результатів лабораторних робіт.
6. Підготовка до проміжного й підсумкового контролю.

Контроль систематичності виконання самостійної роботи визначають за такими критеріями:

- 1) Розуміння, ступінь засвоєння теорії і методології проблем, що розглядаються;
- 2) Ступінь засвоєння матеріалу дисципліни;
- 3) Ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою за темами, що розглядаються;
- 4) Уміння поєднувати теорію з практикою при розгляді ситуацій, вирішенні завдань, винесених для самостійного опрацювання.

Самостійна робота здобувача контролюється протягом семестру. При оцінюванні самостійної роботи увагу приділяють також її якості і самостійності, своєчасності здачі виконаних завдань викладачу (згідно з графіком навчального процесу). Якщо якась із вимог не виконується, то відповідно оцінка може бути заниженою.

Самостійна робота оцінюється за такими критеріями:

- 1) Самостійність виконання;
- 2) Логічність і послідовність викладання матеріалу;
- 3) Повнота виконання лабораторних і практичних робіт;
- 4) Використання й аналіз додаткових літературних джерел;
- 5) Якість оформлення.

7. Контрольні заходи

Контроль знань студентів передбачає проведення поточного і підсумкового контролів. Поточний контроль знань студентів включає наступні види:

- вибірковий усний опит перед початком кожної лабораторної роботи (по темі роботи) із виставленням оцінок;
- програмований на ПК контроль з окремих розділів або модулів дисципліни;
- письмові контрольні роботи з окремих розділів або модулів;
- захист кожної лабораторної роботи.

Підсумковий контроль знань включає наступні види:

- залік наприкінці 5-го семестру;
- визначення рейтингу за підсумками роботи студента в семестрі з навчальної дисципліни.

Контрольні роботи спонукають студентів «порційно» засвоїти великий по об'єму курс і контролювати його засвоєння. Контрольні роботи по теоретичній частині курсу розподілені наступним чином.

Модулі і теми	Контрольна робота
1	2
Модуль 1 1.1 Основи теорії ливарних сплавів. 1.2 Плавка сплавів на основі міді.	КР 1
Модуль 2 2.1 Плавка сплавів на основі алюмінію і магнію. 2.2 Низькотемпературні і тугоплавкі сплави.	КР 2

Оцінювання результатів навчання здійснюється за накопичувальною системою відповідно до шкали ЄКТС з використання контрольних точок. Кожна контрольна точка має максимальну і мінімальну кількість балів. Сума максимальних точок балів по модулю дорівнює 100. Сума мінімальних балів по модулю дорівнює 55. Кожен модуль має ваговий коефіцієнт. Оцінка по модулю, зареєстрована на протязі семестру може бути підвищена під час екзамену або заліку.

Система оцінювання знань студентів по дисципліні «Основи теорії і плавка ливарних сплавів», розподіл часу на засвоєння тем, форми і терміни контролю знань

№ модуля	Стислий зміст модуля	Кредити ЄКТС	Ваговий коефіцієнт модуля	Форми та методи контролю	Кількість балів		Тиждень проведення
					максимум	мінімум	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Основи теорії ливарних сплавів. Плавка сплавів на основі міді.	2,5	0,5	Захист лабораторної роботи № 1	10	5	3
				Захист лабораторної роботи № 2	10	5	5
				Захист лабораторної роботи № 3	10	5	7
				Захист лабораторної роботи № 4	10	5	9
				Контрольна робота № 1	60	35	9
2	Плавка сплавів на основі алюмінію і магнію.	2,5	0,5	Захист лабораторної роботи № 5	10	5	11
				Захист лабораторної роботи № 6	10	5	13

	Низькотемпературні і тугоплавкі сплави.			Захист лабораторної роботи № 7	10	5	15
				Контрольна робота № 2	70	40	15

Підсумкова оцінка виставляється за 100-бальною шкалою шкалою ECTS:

Сума балів	ECST	Оцінка	Рівень компетентності
90-100	A	відмінно	Високий Повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни. Власні пропозиції студента в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін, а також знання, набуті при самостійному поглибленому вивченні питань, що відносяться до дисципліни, яка вивчається.
81-89	B	добре	Достатній Забезпечує здобувачу освіти самостійне вирішення основних практичних задач в умовах, коли вихідні дані в них змінюються порівняно з прикладами, що розглянуті при вивченні дисципліни
75-80	C		Достатній Конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають утруднення.
65-74	D	задовільно	Середній Забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни
55-64	E		Середній Є мінімально допустимим у всіх складових навчальної програми з дисципліни
30-54	FX	незадовільно	Низький Не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни
0-29	F		Незадовільний Здобувач освіти не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни

8. Методичне забезпечення

1. **Турчанін М. А.** Основи теорії і плавка ливарних сплавів : навчальний посібник [для студентів спеціальності 136 «Металургія»] / М. А. Турчанін, Л. О. Древаль, В. А. Корсун. – Краматорськ: ДДМА, 2023. – 63 с. – ISBN 978-617-7889-47-1.
2. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Основи теорії і плавка ливарних сплавів» для студентів галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 136 «Металургія» освітньо-професійної програми «Металургія» професійного спрямування «Ливарне виробництво чорних і кольорових металів та сплавів» / укладачі М.А. Турчанін, В. А. Корсун. – Краматорськ: ДДМА, 2022. – 28 с.

9. Рекомендована література

Базова

1. **Таран Б. П.** Ливарні сплави: навч. посіб. [для студ вищих навч. закл.] / Б. П. Таран.– Харків : НТУ «ХП», 2009. – 336 с.

Додаткова

2. **Ігнат'єв, В. С.** Теоретичні основи процесів кольорової металургії: підручник / Ігнат'єв В. С., Пожуєв В.І, Бредихін В.М. та ін. ; за ред. д.т.н., професора Червоного І.Ф.: Запоріж. держ. інж. акад. – Запоріжжя: ЗДІА, 2012. – 200 с. – ISBN 978-966-8462-70-2.
3. **Верховлюк А. М.** Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва: навч. посібник / А. М. Верховлюк, А. В. Нарівський, В. Г. Могилатенко; за ред. академіка НАН України В.Л. Найдека. – К. : Видавничий дім «Вініченко», 2016. – 224 с.
4. **Чернега Д. Ф.** Основи металургійного виробництва металів і сплавів / Д. Ф. Чернега, В. С. Богушевський, Ю. Я. Готвянський.– К. : Вища школа, 2006. – 506 с.
5. **Seetharaman S.** Fundamentals of Metallurgy / S. Seetharaman. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2005. – 576 p. – ISBN 978-1-85573-927-7.
6. **Campbell F. C.** Elements metallurgy and engineering alloys / F. C. Campbell. – ASM International, 2008. – 645 p.
7. **Chakrabarti A. K.** Casting technology and cast alloys / A. K. Chakrabarti. – PHI Learning Pvt. Ltd., 2005. – 288 p.
8. **Campbell J.** Complete Casting Handbook. 2nd Edition: Metal Casting Processes, Metallurgy, Techniques and Design. Elsevier / J. Campbell: Butterworth-Heinemann, 2015. – 1054 p.
9. **Sahoo M.** Principles of Metal Casting / M. Sahoo, S. Sahu. – Third Edition 3rd Edition, McGraw-Hill Education, 2014. – 795 p.

11. Електронні ресурси

Україномовні ресурси

1. Національна бібліотека України ім. Вернадського (електронні ресурси)
<http://www.nbuv.gov.ua> (Підручники, наукові статті і дисертацій з металургії).
2. Електронний архів НТУ «Дніпровська політехніка»
<https://ir.nmu.org.ua> (Навчальні матеріали з гірничої справи та металургії).
3. Репозитарій КПІ ім. Ігоря Сікорського
<https://ela.kpi.ua> (Підручники, лекції та наукові роботи з металургії і теорії металургійних процесів).
4. Наукові журнали України (портал НБУВ)
<http://journals.uran.ua> (Доступ до фахових журналів, у тому числі з металургії).
5. Сайт Інституту чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАН України
<http://www.isi.gov.ua> (Наукові публікації та дослідження в галузі металургії).

Англомовні ресурси

6. ScienceDirect (Metallurgy & Materials Science)
<https://www.sciencedirect.com> (Велика база статей з металургії та матеріалознавства).
7. SpringerLink (Materials Engineering)
<https://link.springer.com> (Книги та статті з теорії металургійних процесів).
8. ASM International (American Society for Metals)
<https://www.asminternational.org> (Професійні ресурси, довідники та стандарти).
9. MIT OpenCourseWare – Materials Science and Engineering
<https://ocw.mit.edu> (Безкоштовні курси з металургії та матеріалознавства).
10. The Minerals, Metals & Materials Society (TMS)
<https://www.tms.org> (Сучасні дослідження та конференції у сфері металургії)

Робочу програму склав

професор кафедри ТОЛВ, д-р. хім. наук



Михайло ТУРЧАНІН